

Исследование размытого фазового перехода в твердых растворах $\text{BiFeO}_3\text{-BaTiO}_3$ вблизи ромбоэдрической-псевдокубической фазовой границы

А.С. Абрамов¹, Д.О. Аликин^{1,2}, В.А. Сафина¹, А. Желудкевич³, Д. Желудкевич³,
А. Pakalniškis⁴, R. Skaudžius⁴, В.Я. Шур¹, А.Л. Холкин^{1,2}, Д. Карпинский^{3,5}

¹*Институт естественных наук и математики, Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия*

e-mail: alexander.abramov@urfu.ru

²*Department of Physics & CICECO – Aveiro Institute of Materials, University of Aveiro, Portugal*

³*Scientific-Practical Materials Research Centre of NAS of Belarus, Minsk, Belarus*

⁴*Institute of Chemistry, Vilnius University, Vilnius, Lithuania*

⁵*Nanoceramics Spolka Akcyjna, Wroclaw, Poland*

Одной из перспективных систем бесвинцовых пьезоэлектрических керамик являются керамики на основе феррита висмута. Феррит висмута (BiFeO_3) в виде тонких пленок обладает высокими значениями спонтанной поляризации [1]. Однако, в форме объемной керамики материал термодинамически нестабилен в диапазоне температур синтеза от 700 до 900°C, что приводит к наличию вторичных фаз и структурных дефектов, стимулирующих значительный ток утечки [2]. Одним из способов снижения термодинамической нестабильности фазового состава BiFeO_3 является химическое замещение ионов в А- и В-положениях решетки, например, путем изготовления твердого раствора со стабильными перовскитами, такими как титанат бария BaTiO_3 [3].

В этой работе были исследованы твердые растворы $(1-x)\text{BiFeO}_3\text{-(}x\text{)BaTiO}_3$, изготовленные твердофазным [4] и золь-гель [5] синтезами. Кристаллическая структура и функциональные свойства полученных твердых растворов исследовались на границе ромбоэдрической и псевдокубической фаз ($0,2 < x < 0,4$) в диапазоне температур. Рентгеноструктурный анализ и диэлектрическая спектроскопия показали наличие фазового перехода в диапазоне температур от 100 до 200° С в зависимости от доли BaTiO_3 . Размытый максимум температурной зависимости диэлектрической проницаемости и зависимость температуры максимума от частоты характерна для релаксорных сегнетоэлектриков. Визуализация распределения пьезоэлектрического отклика в зернах керамики подтвердила наличие типичного для релаксоров уменьшения размеров полярных включений и увеличения пьезоэлектрического отклика, независимо от метода синтеза и среднего размера зерен. Данные рентгеноструктурного анализа показывают, что в области существования релаксорной фазы наблюдается увеличение ромбоэдрического искажения кристаллической решетки, непосредственно связанное с увеличением электромеханического отклика. Таким образом, продемонстрирована возможность химического контроля релаксорного состояния в твердом растворе $(1-x)\text{BiFeO}_3\text{-(}x\text{)BaTiO}_3$, за счёт изменения концентрации BaTiO_3 , что выглядит привлекательной стратегией для управления электромеханическими свойствами твердых растворов с размытым фазовым переходом.

Работа выполнена с использованием оборудования УЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ. Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-52-04015) и Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № F19RM-008).

1. J. Wang, J.B. Neaton, et al., *Science* **299**, 1719 (2003).
2. T. Rojac, A. Bencan, B. Malic, et al., *J Am Ceram Soc.* **97**, 1993 (2014).
3. D. Wang, G. Wang, et al., *J. Adv. Dielect.* **8**, 1830004 (2018).
4. D.V. Karpinsky, M.V. Silibin, et al., *Nanomaterials* **10**, 801 (2020).